






A SYSTEM AND METHOD OF DYNAMICALLY OPTIMIZING A TRANSMISSION MODE OF WIRELESSLY TRANSMITTED INFORMATION

Bibliographic data	Description	Claims	INPADOC legal status
Publication number:	JP2005521358 (T)		Also published as:
Publication date:	2005-07-14		 WO03085876 (A1)
Inventor(s):			 EP1490994 (A1)
Applicant(s):			 CN1647436 (A)
Classification:			 CN100514898 (C)
- international:	<i>H04B7/04; H04B7/06; H04B7/26; H04J99/00; H04L1/00; H04L1/06; H04L1/20; H04B7/04; H04B7/26; H04J99/00; H04L1/00; H04L1/02; H04L1/20; (IPC1-7): H04B7/04; H04B7/06; H04B7/26; H04J15/00</i>		 AU2003210857 (A1)
- European:	<i>H04L1/00A; H04L1/00A9B; H04L1/06; H04L1/20</i>		
Application number:	JP20030582942T 20030203		
Priority number(s):	US20020072359 20020401; WO2003US03431 20030203		
View INPADOC patent family			
View list of citing documents			
Report a data error here			

Abstract not available for JP 2005521358 (T)

Abstract of corresponding document: **WO 03085876 (A1)**

Translate this text

The present invention includes a method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data. The method includes selecting a first transmission mode based on a predetermined channel database and a first channel characterization. The first channel characterization can be based upon signal transmitted in an initial mode. An error factor is generated based on a difference between an estimated performance characteristic, and an expected performance characteristic. A subsequent transmission mode is selected based upon the predetermined channel database, the error factor and a subsequent channel characterization. The predetermined channel database can include a predetermined look-up-table that provides transmission mode selections based upon the channel characterizations. The look-up-table generally includes a plurality of quality parameter thresholds that

determine the selection of a transmission mode. Another method includes receiving transmission signals that include data encoded in an initial transmission mode. A first quality parameter of the received transmission signals is measured. A subsequent transmission mode is selected based upon the quality parameter. Transmission signals are received having data encoded in the subsequent transmission mode. A second quality parameter is measured. A parameter is adjusted within selection criteria of another subsequent transmission mode based upon the second quality parameter.

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-521358

(P2005-521358A)

(43) 公表日 平成17年7月14日 (2005.7.14)

(51) Int. Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

H 0 4 J 15/00

H 0 4 J 15/00

5 K O 2 2

H 0 4 B 7/04

H 0 4 B 7/04

5 K O 5 9

H 0 4 B 7/06

H 0 4 B 7/06

5 K O 6 7

H 0 4 B 7/26

H 0 4 B 7/26

C

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2003-582942 (P2003-582942)
 (86) (22) 出願日 平成15年2月3日 (2003.2.3)
 (85) 翻訳文提出日 平成16年9月10日 (2004.9.10)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2003/003431
 (87) 国際公開番号 W02003/085876
 (87) 国際公開日 平成15年10月16日 (2003.10.16)
 (31) 優先権主張番号 10/072,359
 (32) 優先日 平成14年4月1日 (2002.4.1)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 591003943
 インテル・コーポレーション
 アメリカ合衆国 95052 カリフォル
 ニア州・サンタクララ・ミッション カレ
 ヲジ ブレーバード・2200
 (74) 代理人 100091915
 弁理士 本城 雅則
 (74) 代理人 100099106
 弁理士 本城 吉子
 (72) 発明者 カトレ、セバリン
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
 131 サンノゼ シダー・ミッド・コー
 ト 1440

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線で送信された情報の送信モードをダイナミックに最適化するシステムおよび方法

(57) 【要約】

本発明は無線で送信されたデータの送信モードを最適化する方法を含む。本方法は予め定めるチャンネルのデータベースおよび第1のチャンネル特性に基づいて第1の送信モードを選択することを含む。第1のチャンネル特性は最初モードで送信された信号に基づく。誤り係数は推定された性能特性と予測された性能特性との差に基づいて生成される。後続の送信モードは予め定めるチャンネルのデータベース、誤り係数および後続のチャンネル特性に基づいて選択される。予め定めるチャンネルのデータベースはチャンネル特性に基づく送信モード選択を提供する予め定めるルックアップ・テーブルを含めることができる。ルックアップ・テーブルは一般に送信モードの選択を決定する複数の品質パラメータの閾値を含む。別の方法は最初モードで符号化されたデータを含む送信信号を受信することを含む。受信された送信信号の第1の品質パラメータが測定される。後続の送信モードは品質パラメータに基づいて選択される。送信信号は後続の送信モードで符号化されたデータで受信される。第2の品質パラメータが測定される。パラメータは第2の品質パラメータに基づく別の後続の送信モードの選択基準内で調整される。

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法において、
予め定めるチャンネルのデータベースおよび第 1 のチャンネル特性に基づいて第 1 の送信モードを選択する段階と、

前記第 1 の送信モードに従って送信されたデータ信号の推定された性能特性と前記第 1 の送信モードに従って送信されたデータ信号の予測された性能特性との間の差に基づいて誤り係数を生成する段階と、

前記予め定めるチャンネルのデータベース、前記誤り係数および後続のチャンネル特性に基づいて後続の送信モードを選択する段階と、

を含むことを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

前記第 1 のチャンネル特性は、最初のモードで送信された信号に基づくことを特徴とする請求項 1 記載の無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 3】

前記予め定めるチャンネルのデータベースは、チャンネル特性に基づいて送信モード選択を提供する予め定めるルックアップ・テーブルを含むことを特徴とする請求項 1 記載の無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 4】

前記ルックアップ・テーブルは、送信モードの選択を決定する複数の品質パラメータの閾値を含むことを特徴とする請求項 3 記載の無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法。

20

【請求項 5】

前記予め定めるチャンネルのデータベース、前記誤り係数および後続のチャンネル特性に基づいて後続の送信モードを選択する段階は、

前記誤り係数を備える前記予め定めるルックアップ・テーブル内の前記品質パラメータの閾値を調整する段階と、

調整された前記ルックアップ・テーブルおよび前記後続のチャンネル特性に基づいて前記後続の送信モードを選択する段階と、

を含むことを特徴とする請求項 4 記載の無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法。

30

【請求項 6】

前記誤り係数は、受信されたすべてのデータ・パケットに対して一度生成されることを特徴とする請求項 1 記載の無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 7】

データ・パケットが適切に受信される場合、前記誤り係数は第 1 の値に設定され、前記データ・パケットが不適切に受信される場合、前記誤り係数は第 2 の値に設定されることを特徴とする請求項 6 記載の無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 8】

前記予め定めるルックアップ・テーブル内の前記品質パラメータの閾値が各データ・パケットの受信後に前記誤り係数によって調整されることを特徴とする請求項 6 記載の無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法。

40

【請求項 9】

前記誤り係数は、予め定める時間毎に一度生成されることを特徴とする請求項 1 記載の無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 10】

平均パケット誤り率が上限閾値より大きい場合、前記誤り係数は第 1 の値に設定され、前記平均パケット誤り率が下限閾値より小さい場合、前記誤り係数は第 2 の値に設定されることを特徴とする請求項 9 記載の無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法。

50

【請求項 1 1】

前記予め定めるチャンネルのデータベース、前記誤り係数および後続のチャンネル特性に基づいて後続の送信モードを選択する段階は、

前記誤り係数を備える前記後続のチャンネル特性を調整する段階と、

前記ルックアップ・テーブルおよび調整された前記後続のチャンネル特性に基づいて前記後続の送信モードを選択する段階と、

を含むことを特徴とする請求項 3 記載の無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 1 2】

複数の送信ストリームの各々に対し、予め定めるチャンネルのデータベースおよび第 1 のチャンネル特性に基づいて第 1 の送信モードを個々に選択する段階であって、複数の送信ストリームの各々は空間多重化を許容する同じ受信機によって受信される、段階と、

前記複数の送信ストリームに対して、推定された性能特性と予測された性能特性との間の差に基づいて誤り係数を生成する段階と、

前記送信ストリームに対して、前記予め定めるチャンネルのデータベース、前記誤り係数および後続のチャンネル特性に基づく後続の送信モードを選択する段階と、

を含むことを特徴とする請求項 1 記載の無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 1 3】

前記送信ストリームは、複数の基地局から送信されることを特徴とする請求項 1 2 記載の無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 1 4】

誤り係数は、各基地局に対して選択されることを特徴とする請求項 1 3 記載の無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 1 5】

後続の送信モードは、前記送信ストリームの各々に対して選択されることを特徴とする請求項 1 3 記載の無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 1 6】

最初の送信モードで符号化されたデータを含む送信信号を受信する段階と、

前記受信した送信信号の第 1 の品質パラメータを測定する段階と、

前記品質パラメータに基づいて後続の送信モードを選択する段階と、

前記後続の送信モードで符号化されたデータを有する送信信号を受信する段階と、

第 2 の品質パラメータを測定する段階と、

前記第 2 の品質パラメータに基づいて別の後続の送信モードを選択する基準内でパラメータを調整する段階と、

を含むことを特徴とする無線で送信されたデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 1 7】

前記品質パラメータに基づいて後続の送信モードを選択する段階は、前記第 1 の品質パラメータに基づく後続の送信モードの選択を提供する予め定めるルックアップ・テーブルを参照する段階を含むことを特徴とする請求項 1 6 記載の無線で送信されたデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 1 8】

前記ルックアップ・テーブルは、後続の送信モードの前記選択を決定する複数の品質パラメータの閾値を含むことを特徴とする請求項 1 7 記載の無線で送信されたデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 1 9】

前記第 2 の品質パラメータに基づいて前記後続の送信モードを選択する基準内でパラメータを調整する段階は、

前記予め定めるルックアップ・テーブル内の前記品質パラメータの閾値を調整する段階

を含むことを特徴とする請求項 18 記載の無線で送信されたデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 20】

前記第 2 の品質パラメータは、受信したすべてのデータ・パケットに対し一度獲得されることを特徴とする請求項 18 記載の無線で送信されたデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 21】

前記第 2 の品質パラメータを獲得する段階は、データ・パケットが適切に受信される場合、テーブルの補正係数を第 1 の値だけ増加させ、前記データ・パケットが不適切に受信される場合、前記テーブルの補正係数を第 2 の値だけ減少させる段階を含むことを特徴とする請求項 20 記載の無線で送信されたデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 22】

前記予め定めるルックアップ・テーブル内の前記品質パラメータの閾値は、各データ・パケットの受信の後に前記テーブルの補正係数によって調整されることを特徴とする請求項 21 記載の無線で送信されたデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 23】

前記第 1 の値の大きさおよび前記第 2 の値の大きさは、収束時間に依存することを特徴とする請求項 21 記載の無線で送信されたデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 24】

前記品質パラメータに基づく後続の送信モードは、周期的に選択されることを特徴とする請求項 16 記載の無線で送信されたデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 25】

前記第 2 の品質パラメータに基づいて後続の送信モードを選択する基準内でパラメータを調整する段階は、
前記予め定めるルックアップ・テーブルを参照する前に前記第 1 の品質パラメータの値を調整する段階、
を含むことを特徴とする請求項 16 記載の無線で送信されたデータの送信モードを最適化する方法。

【請求項 26】

無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法において、
送信機からデータ信号を受信する段階であって、前記データ信号のデータは予め定めるチャンネルのデータベースおよび第 1 のチャンネル特性に基づく第 1 の送信モードに従って配置される、段階と、
前記受信したデータ信号の推定された性能特性と前記受信したデータ信号の予測された性能特性との差に基づいて誤り係数を生成する段階と、
前記予め定めるチャンネルのデータベース、前記誤り係数および後続のチャンネル特性に基づいて後続の送信モードの選択を助ける段階と、
を含むことを特徴とする方法。

【請求項 27】

無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法において、
送信機からデータ信号を送信する段階であって、前記データ信号のデータは予め定めるチャンネルのデータベースおよび最初のチャンネル特性に基づく最初の送信モードに従って配置される、段階と、
前記送信機が、前記送信されたデータ信号の推定された性能特性と前記送信されたデータ信号の予測された性能特性との差に基づく誤り係数を受信する段階と、
前記予め定めるチャンネルのデータベース、前記誤り係数および後続のチャンネル特性に基づいて後続の送信モードを選択する段階と、
を含むことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、2000年9月19日出願された出願番号09/665,149に対する一部継続出願である。

【0002】

本発明は、一般に基地局と複数ユーザとの間における無線通信に関する。さらに詳しくは、本発明は、無線で送信された情報の送信モードをダイナミックに最適化するシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0003】

無線通信システムは、一般に送信源からあるエリアまたは地域内の1以上の受信機へ無線で送信される変調キャリア信号を送信する情報を含む。

【0004】

静止およびモバイル無線加入者にサービスを提供する無線通信システムは急速に人気を増しており、利用可能な無線周波数スペクトルのより大きな使用効率が求められている。送信および受信装置間の無線通信チャンネルは本来的に変化する結果、信号品質のような無線チャンネルの特性は一般的に時間、周波数および空間において変化するので、この目標は複雑なものとなる。好ましい条件の下では、無線チャンネルは、良好な通信パラメータ、例えば大きなデータ容量、高い信号品質、高いスペクトル効率および大きなスループットを示す。しかしながら、悪いチャンネル条件の下では、これらのパラメータは著しく低い値を示す。例えば、無線チャンネルの品質が低下すると、送信データは、高いビット誤り率またはパケット誤り率を示して、過度の劣化に遭遇することになる。チャンネルの劣化は、チャンネル中の一般的な雑音、マルチパス・フェージング、見通し経路の喪失、過度の同一チャンネル干渉(CCI: Co-Channel Interference) および他の原因のよう

【0005】

な多くの要因による。これらの複雑な要因に動機づけられて、先行技術の無線通信システムは、データ送信をチャンネル条件の変化に適合させる適応符号化および受信機へのフィードバックばかりでなく受信機からのフィードバックを用いて送信信号の適応変調(adaptive modulation)を行った。このような適応変調は、マルチプル入力マルチプル出力(MIMO)システム、例えば送信および受信端の双方にアンテナ・アレーを備えたシステムだけでなくシングル入力シングル出力(SISO)システムにも適用された。

【0006】

無線システム(モバイルおよび固定)では、信号の劣化および破損は、主として所与のセル内または近傍の他のセル・ユーザからの干渉およびマルチパス・フェージングに起因し、それにより受信信号の振幅および位相が時間の経過で変化する。固定無線アクセス(FWA)システム、すなわち、受信機が静止している場合、信号フェージング速度はモバイル・システムより小さい。この場合、受信機が移動しないので、チャンネル・コヒーレンス時間またはチャンネル推定が安定している時間はより長くなる。

【0007】

先行技術の無線システムは、データ送信をチャンネル条件の変化に適応させる適応符号化および受信機フィードバックのみならず受信機からのフィードバックを使用して送信された信号の適応変調を使用した。このような適応変調は、シングル入力シングル出力(SISO)システムに適用される。しかしながら、SISOおよびMIMOシステムの双方において、送信されたデータへ適用されるモードの効率的な選択という基本的な問題が残る。

【0008】

急速に変化するチャンネルのデータを符号化するために、システムが適切なモードを迅速かつ効率的に選択することができるモード選択技術を提供することは進歩となるであろう。このような技術が、マルチプル搬送周波数、例えばOFDMシステムを使用するシステムと同様にマルチプル入力マルチプル出力(MIMO)、マルチプル入力シングル出力

(MISO)、シングル入力シングル出力(SISO)およびシングル入力マルチプル出力(SIMO)のシステムを含む全ての無線システムにおいて効率的であることは重要なことである。

【発明の概要】

【0009】

本発明は、無線セルラー・システム内のユーザに送信されたデータの送信モードを適応して最適化する装置および方法を含む。その装置および方法は、MIMOシステムでの使用に適応させることが可能である。

【0010】

本発明の第1の実施例は、無線で送信されたデータの送信モードを最適化する方法を含む。本方法は、予め定めるチャンネルのデータベースおよび第1のチャンネル特性に基づく第1の送信モードを選択する段階を含む。第1のチャンネル特性は、最初のモードによる信号送信に基づく。誤り係数(error factor)は、推定された性能特性と予測された性能特性との間の差異に基づいて生成される。後続の送信モードは、予め定めるチャンネルのデータベース、誤り係数および後続のチャンネル特性に基づいて選択される。

【0011】

第2の実施例は第1の実施例に類似する。この実施例において、予め定めるチャンネルのデータベースは、チャンネル特性に基づく送信モード選択を提供する予め定めるルックアップ・テーブルを含む。ルックアップ・テーブルは、一般に送信モードの選択を決定する複数の品質パラメータの閾値(スレシホールド)を含む。

【0012】

第2の実施例は、予め定めるルックアップ・テーブル内の品質パラメータの閾値を誤り係数で調整し、調整されたルックアップ・テーブルおよび後続のチャンネル特性に基づいて後続の送信モードを選択することをさらに含めることができる。

【0013】

誤り係数は、あらゆる受信データ・パケットに対して一度生成することができる。ある実施例では、データ・パケットが適切に受信される場合、誤り係数は第1の値に設定され、またデータ・パケットが不適切に受信される場合、誤り係数は第2の値に設定される。

【0014】

誤り係数は、予め定める時間の経過ごとに一度生成される。平均パケット誤り率が上限閾値より大きい場合、誤り係数は第1の値に設定され、また、平均パケット誤り率が下限閾値より小さい場合、誤り係数は第2の値に設定される。

【0015】

別の実施例は、各データ・パケットの受信後に誤り係数で調整された予め定めるルックアップ・テーブル内の品質パラメータの閾値を含む。別の実施例は、後続のチャンネル特性を誤り係数で調整し、そのルックアップ・テーブルおよび調整された後続のチャンネル特性に基づいて後続の送信モードを選択することを含む。

【0016】

第3の実施例は第1の実施例に類似する。第3の実施例は空間多重化を含む。第3の実施例は、複数の送信ストリームの各々に対し予め定めるチャンネルのデータベースおよび第1のチャンネル特性に基づいて第1の送信モードを個々に選択することを含む。複数の送信ストリームの各々は、空間多重化を許容する、同じ受信機によって受信される。誤り係数は、複数の送信ストリームにおいて、推定された性能特性および予測された性能特性に基づいて生成される。後続の送信モードは、送信ストリームのために、予め定めるチャンネルのデータベース、誤り係数および後続のチャンネル特性に基づいて選択される。別の実施例は、複数の基地局の空間多重化を提供し、複数の基地局から送信される送信ストリームを含む。複数の基地局の空間多重化については、誤り係数および対応する後続の送信モードは、送信ストリームの各々に対して生成される。

【0017】

第4の実施例は、無線で送信されるデータの送信モードを最適化する方法を含む。その

方法は、最初の送信モードで符号化されたデータを含む送信信号を受信することを含む。受信された送信信号の第1の品質パラメータが測定される。後続の送信モードは品質パラメータに基づいて選択される。後続の送信モードで符号化されたデータを有する送信信号が受信される。第2の品質パラメータが測定される。パラメータは、第2の品質パラメータに基づく別の後続の送信モードの選択基準内で調整される。

【0018】

品質パラメータに基づく後続の送信モードの選択は、第1の品質パラメータに基づく後続の送信モード選択を提供する、予め定めるルックアップ・テーブルを参照することを含む。ルックアップ・テーブルは複数の品質パラメータの閾値を含み、後続の送信モードの選択を決定する。

10

【0019】

第2の品質パラメータに基づいて後続の送信モードの選択基準内でのパラメータの調整は、予め定めるルックアップ・テーブル内の品質パラメータの閾値を調整することを含む。

【0020】

第2の品質パラメータの獲得は、データ・パケットが適切に受信されたことに対し第1の値へテーブルの補正係数を増加させ、データ・パケットが不適切に受信される場合、第2の値へテーブルの補正係数を増加させる。予め定めるルックアップ・テーブル内の品質パラメータの閾値は各データ・パケットの受信後にテーブルの訂正係数によって調整される。

20

【0021】

他の局面および本発明の利点は、本発明の本質を実施例によって図示する添付図面と共に、次の詳細な説明から明らかになるであろう。

【発明の開示】

【0022】

図示を目的とする図面に示されるように、本発明は、データを無線セルラー・システム内のユーザへ送信するための送信モードを適応的に選択する装置および方法で具体化される。その発明は複数の（マルチプル）アンテナ・システムを含めることができる。

【0023】

さて、本発明の特定の実施例が、図面を参照して詳細に説明される。本発明に係る技術は、様々な異なる形式の無線通信システムで実行され得る。図1に示されるシステムのようには、セルラー無線通信システムが特に関連する。基地局110は、複数の加入者120、130、140に無線チャンネルを介してダウンリンク信号を送信する。さらに、加入者120、130、140は、基地局110へ無線通信チャンネルを経由してアップリンク信号を送信する。このように、ダウンリンク通信については、基地局110は送信機であり、加入者120、130、140は受信機である一方、アップリンク通信については、基地局110は受信機であり、加入者120、130、140は送信機である。加入者120、130、140は、移動しているか、または固定されている。典型的な加入者としては、携帯電話や自動車電話のような装置、固定位置における無線モデムのような静止した受信機を含む。

40

【0024】

基地局110は、アンテナ・ダイバーシティ技術および/または空間多重化技術を許容するマルチプル・アンテナを含めることができる。さらに、各加入者は、さらに空間多重化および/またはアンテナ・ダイバーシティを許容するマルチプル・アンテナを含めることができる。しかしながら、単一のアンテナを使用してもよい。このように、シングル（単一）入力シングル出力（SISO）、マルチプル入力シングル出力（MISO）、シングル入力マルチプル出力（SIMO）またはマルチプル入力マルチプル出力（MIMO）の構成はすべて可能である。これらの構成のどれにおいても、通信技術は単一キャリアまたは複数のキャリア（搬送波）通信技術を使用することができる。

【0025】

50

空間多重モードは、単独の基地局で複数のアンテナを用いて、または各基地局がマルチプル信号の一部分を送信する複数の基地局の使用を通じて、実行される。複数の基地局の空間多重化は、より詳細に後述されるであろう。

【0026】

図1に示されるように、本発明の技術はポイントツーマルチポイント・システムに適用されるが、それらはそのようなシステムに限定されるものではなく、無線通信に少なくとも2つの装置を有するあらゆる無線通信システムに適用できる。従って、単純にこのために、以下の説明では、単一の送受信装置のペアに適用されるような発明に焦点を当てるが、あらゆる数のペアを具備するシステムに適用できることが理解されるであろう。

【0027】

典型的には、無線通信チャネルの変動によって、アップリンクおよびダウンリンクの信号は減衰、干渉、マルチパス・フェーディングおよび他の有害な影響によるレベル変動をともなう。さらに、多重信号経路（伝播環境におけるビルや他の障害から反射による）の存在は、周波数帯幅にわたるチャネル応答の変動を引き起こし、また、同様にこれらの変動は時間とともに変化する。その結果、データ容量、スペクトル効率、スループットおよび信号の品質パラメータ、例えば信号対干渉および雑音比（SINR: signal-to-interference and noise ratio）、および、信号対雑音比（SNR: signal-to-noise ratio）のようなチャネルの通信パラメータに一時的な変化がおきる。

【0028】

情報は、様々な送信可能なモードのうちの1つを使用して、無線チャネルを経由して送信される。本アプリケーションのために、送信モードは特定の変調形式、特定の符号化形式および速度であると定義され、またアンテナ・ダイバーシティあるいは空間多重化の使用のような制御された送信状態を含めてもよい。特定の送信モードを使用して、無線チャネルを介して通信のために意図したデータは、符号化され、変調され、そして送信される。典型的な符号化モードの例は、畳み込みとブロック・コードであり、さらに詳しくは、ハミング符号(Hamming Codes)、サイクリック符号(Cyclic Codes)およびリード・ソロモン符号(Reed-Solomon Codes)のような技術で既知の符号化である。典型的な変調モードの例は、BPSK、QPSKおよび他のm-アレイPSKのような循環的配座、4QAM、16QAMおよび他のm-アレイQAMのような二乗配座である。さらに有名な変調技術は、GMSKおよびm-アレイFSKを含む。通信システムでのこれらの様々な送信モードの実行と使用は、当技術分野において周知である。

【0029】

送信モードに加えて、無線チャネル上の通信は、いくつかの可能なチャネル化モード(channelization modes)のうちの1つを使用する。チャネル化モードは、特定の加入者のために、時間および/または周波数におけるスペクトラムの使用に関連する。一般に、様々な既知の方法のいずれのものも、全スペクトラムを周波数および/または時間で分割し、異なる加入者に分配される1組の時間/周波数サブチャネルを作成する。周波数分割多元接続(FDMA)は、各通信チャネルを異なる1つのキャリア(搬送波)に関連させる無線スペクトラムを分割する方法である。しばしば、単一の周波数は、時分割多元接続(TDMA)を使用して、さらに時間的に分割される。TDMAでは、周波数キャリアは、各フレームが1組のタイム・スロットを収容する連続した時間フレームに分割される。FDMA/TDMAシステムでの単一のサブチャネルは、このように特定のキャリア周波数および特定のタイム・スロットの双方に関連する。直交周波数分割多重化(OFDM: orthogonal frequency division multiplexing)はFDMA/TDMAの高度な方法である。OFDMでは、各サブチャネルは、タイム・スロットおよびともに多重化された1組の複数のマルチプル・サブキャリア(つまりトーン)と関連し、異なる周波数での各サブキャリアは、それぞれが信号で変調され、連続的に個別に変化する。各チャネルに関連する1組のサブキャリア周波数は、そのシステムに利用可能な1組のN個のサブキャリア周波数トーンから選択される。あらゆる多重化法では、チャネル制当またはチャネル割付けは、各加入者を1つまたはそれ以上の時間間隔へ、1つまた

10

20

30

40

50

はそれ以上の周波数キャリアまたはサブキャリアに割り当てるプロセスである。典型的には、チャンネル割付けは、システム基地局でのメディア・アクセス・コントローラ (MAC) によって行なわれる主要タスクである。

【0030】

送信ユニット (基地局) 110 でデータを符号化 (コード化) するための送信モードは、品質パラメータおよび補正係数に基づいて選択される。その方法の詳細は、図2に示されるように送信ユニット200および図3中で図示されるように受信ユニット300の動作に関連して説明される。

【0031】

図2に示されるように、送信ユニット200は送信されるデータを受信する。一般に、
10
そのデータは2進データのストリームの形式である。そのデータは送信処理ブロック210に伝送される。送信処理ブロック210はそのデータをk個の並列ストリームへ細分する。その後、その送信処理ブロックは、符号化モードをk個のストリームの各々に適用し、そのデータを符号化する。送信前に、そのデータは、インターリーブ (interleaver) およびプリ符号化器 (pre-coder) によって (図示せず)、インターリーブおよび符号化される。インターリーブおよびプリ符号化の目的は、誤りに対してより強健なデータを与えることである。これらの技術は両方とも通信システムの技術において周知である。

【0032】

データの送信速度または処理能力は、k個のデータ・ストリームの各々に用いられる変調、符号化速度および送信方法 (ダイバーシティまたは空間多重化) に依存して変化する。
20
。

【0033】

【表1】

モード	変調速度 (ビット/シンボル)	符号化速度	送信方法	スループット (ビット/s/Hz)
1	2	3/4	ダイバーシティ	3/2
2	2	2/3	ダイバーシティ	4/3
3	2	1/2	ダイバーシティ	1
4	2	1/3	ダイバーシティ	2/3
5	4	3/4	ダイバーシティ	3
6	4	2/3	ダイバーシティ	8/3
7	4	1/2	ダイバーシティ	2
8	4	1/3	ダイバーシティ	4/3
9	2	3/4	空間多重化	(3/2)*k
10	2	2/3	空間多重化	(4/3)*k
11	2	1/2	空間多重化	1*k
12	2	1/3	空間多重化	(2/3)*k
13	4	3/4	空間多重化	3*k
14	4	2/3	空間多重化	(8/3)*k
15	4	1/2	空間多重化	2*k
16	4	1/3	空間多重化	(4/3)*k

表1は、それらの変調速度、符号化速度および送信方法 (ダイバーシティまたは空間多重化) のいくつかの典型的なモードおよびそのデータに対する対応処理能力を示す。モードは各モードにおいてそのデータに適用される変調、符号化速度および送信方法 (ダイバーシティまたは空間多重化) を識別するために便利のようにモード番号によってインデック
50

スが付されている。これらの技術は通信システム技術において周知であるので、他の符号化および変調速度のために表1に類似した表を導き出すことは容易である。

【0034】

図2を参照して、上述のように表形式で配置されたインデックスの付された1組のモードは、送信ユニット200のデータベース290に格納される。データベース290は制御器240、さらに、それは送信処理ブロック210および空間マッピング・ユニット220に接続される。制御器240は、データベース290からどのモードがk個のストリームの各々に適用されるか制御し、また、制御器240は、空間マッピング・ユニット220によって行なわれる空間マッピングを制御する。制御器240は、後述されるように、モード選択ブロック250を通してこれを実行する。

10

【0035】

k個のストリームを符号化するのに加えて、当技術において知られているように、送信処理ブロック210はトレーニング情報をトレーニング・トーンおよび他の制御情報へ加える。処理後、空間マッピング・ユニット220を通過後、k個のストリームは、個々のデジタル・アナログ変換器およびアップコンバージョン／RF増幅ブロックを有するアップコンバージョンおよびRF増幅ステージ230へ送られる。空間マッピング・ユニット220は、k個のストリームをアップコンバージョンおよびRF増幅ステージ230のM個の入力にマッピングする。増幅ステージ230のM出力は、アンテナ・アレイに対応するM個の送信アンテナT1, T2, ..., TMに通じる。

【0036】

当業者は、送信アンテナT1, T2, ..., TMの数Mがストリームkの数と同じである必要のないことを解するであろう。それは、ストリームkを送信アンテナT1, T2, ..., TMに割り当てる際に、様々な空間マッピングが使用できるからである。1つのマッピングでは、ある送信アンテナ、例えばアンテナT2はk個のストリームのうちの1つを送信する。別のマッピングでは、複数の送信アンテナT1, T2, ..., TMは同じストリームkを送信する。別の実施例では、k個のストリームは、空間マッピング・ユニット220およびアップコンバージョンおよびRF増幅ステージ230によってM個のアンテナまたはそれらのサブセットに割り当てられる。実際、空間多重化(SM)およびアンテナ・ダイバーシティの使用を含むあらゆる種類のマッピングを使用することができる。

20

【0037】

送信アンテナT1, T2, ..., TMは送信信号TSの形式でデータを送信する。送信信号TSは、n個の周波数キャリア(トーン)を有するマルチキャリア(複数搬送波)送信スキームを含めることができる。マルチキャリア・システムにおいて周知であるが、トレーニングがOFDMトレーニング・シンボル中にすべてのトーン上で行なわれる。これらのトーンのサブセットがトレーニングのために使用され、その対応する周波数応答が補間によって受信機で計算されることは当業者には明らかであろう。

30

【0038】

送信信号TSは伝送チャンネルを介して送信ユニット200と受信ユニット300との間で伝播し、上述のように、チャンネル状態の変化による影響を受ける。送信信号TSは、図3に示される受信ユニット300のアンテナR1, R2, ..., RNのアレイに属する受信アンテナRNによって受信信号RSの形式で受信される。

40

【0039】

再び図3を参照して、受信ユニット300は、送信ユニット200から受信信号RSを受信するためにN個の受信アンテナR1, R2, ..., RNを具備する。受信ユニット300は、N個の受信アンテナR1, R2, ..., RNを経由して受信信号RSを受信するのに適した受信機である。典型的な受信機は、線形イコライザ受信機(linear equalizer receivers)、決定フィードバック・イコライザ受信機(decision feedback equalizer receivers)、連続キャンセル受信機(successive cancellation receivers)および最尤受信機(maximum likelihood receivers)を含む。

【0040】

50

受信ユニット300は、N個の受信アンテナR1, R2, ..., RNの各々に関連する個々のRF増幅/ダウン変換およびアナログ・デジタル変換ブロックを有するRF増幅およびダウン変換ステージ310を具備する。RF増幅およびダウン変換ステージ310のN個の出力は、送信ユニット200の送信処理ブロック210によってエンコードされたk個のストリームを回復するための受信処理を行う受信処理ブロック320に接続される。回復されたk個のストリームは、データを回復するために、信号検出、復号および逆多重化(デマルチプレクシング)ブロック330に渡される。アンテナ・ダイバーシティ処理の場合には、kが1に等しく、したがって一つのストリームだけが回復されることが理解される。

【0041】

受信処理ブロック320は、一般にk個のストリームの各々に対する品質パラメータを計算し、この情報を1つ以上の品質パラメータの統計的パラメータを計算するために統計演算ブロックへ送る。説明されるように、これは一般にk個のストリームの各々に対する第1の品質パラメータを計算すること、およびその後受信ユニットに送信する各基地局(基地局の数は図3においてBとして指定される)に対する第2の品質パラメータを含む。1つの受信機に送信する複数の基地局は、後述されるように、複数基地局の空間多重化の特性を示す。本発明の方法は、緩慢なチャンネル変動および急速なチャンネル変動を認識することができ、両方のタイプの変動を考慮に入れることにより効率的なモード選択を許容する。これは、2つまたはそれ以上の品質パラメータの統計を考慮することにより達成される。

【0042】

ここで、品質パラメータは、第1の品質パラメータおよび第2の品質パラメータとして指定された。第1の品質パラメータは、信号対干渉および雑音比(SINR)、信号対雑音比(SNR)および電力レベルを含めることができる。第2の品質パラメータは、BER(ビット誤り率; bit error rate)または受信データのPER(パケット誤り率; packet error rate)を含めることができる。

【0043】

基本的に、第1の品質パラメータは、最適送信モードの第1の推定を生成するために使用される。第1の推定は、予め定めるモードのルックアップ・テーブル(LUT)を参照することにより決定される。LUTは、所望の第2の品質パラメータに基づいて最適送信モードの第1の推定を提供する。第2の品質パラメータが測定される。補正係数は、測定された第2の品質パラメータと所望または予測された第2の品質パラメータとの間の差に基づいて生成される。その補正係数は最適送信モード推定を修正するために使用される。

【0044】

図4は、予め定めるモード・ルックアップ・テーブル(LUT)の2つの例を示す。LUTは、測定された第1の品質パラメータおよびルックアップ・テーブル内の閾値の比較に基づいて推定された送信モード推定を提供する。図4に示される表について、第1の品質パラメータは、受信信号のSNR測定を含むことができる。受信信号のSNRを決定する方法は、通信システムの技術において周知である。

【0045】

第1のLUT420は、予測または目標とされるBERがXとなる推定送信モードを含む。すなわち受信信号の様々な測定値SNRに対して、LUT420はXであるBERを維持するために推定送信モードを提供する。例えば、測定されたSNRが5デシベル未満である場合、第1のLUT420は1の送信モードを示唆する。測定されたSNRが5デシベルより大きい、7.5デシベルより少ない場合、LUT420は2の送信モードを示唆する。残りの送信モードは対応する方法で示唆される。

【0046】

第2のLUT430は、予測または目標とされるBERがYとなる推定送信モードを含む。すなわち受信信号の様々な測定値SNRに対して、LUT430はYであるBERを維持するために推定送信モードを提供する。例えば、測定されたSNRが3デシベル未満

である場合、第2のLUT430は1の送信モードを示唆する。測定されたSNRが3デシベルより大きい、5、5デシベルより少ない場合、LUT430は2の送信モードを示唆する。残りの送信モードは対応する方法で示唆される。

【0047】

上記LUTS420、430のために、送信モード番号が低いほど、送信されるデータの速度は低い。すなわち、一般に、より低いモードはより低位の変調を含む。より低いモードはより強健であり、したがってより最適な使用のためにはより低いSNR送信が適する。

【0048】

様々な要因がLUT選択に影響を及ぼす場合がある。例えば、高いレベルのサービスの品質は、目標BERがより低いことを要求する。さらに、異なる伝送チャンネルは一般に目標BERを維持するために異なるLUTを要求するのである。これは、空間多重化システムにとって特に重要である。さらに詳しくは、複数の基地局の空間多重化にとって、受信機と異なる基地局送受信機との間の伝送チャンネルは非常に異なっている。

【0049】

一般に、各LUTは、伝送チャンネルのシミュレーションまたは特性に基づいて生成される。したがって、LUTは、特定のチャンネル・モデル、またはある時間における特定の地点のチャンネルに基づいて生成される。模擬(シミュレート)された条件と実際の伝送条件との間にミスマッチのあることを理解しなければならない。補正をすることなしに、推定された送信モードは、目標BERと異なるBERを有するデータ送信を導くことができる。LUTは、モードが選択される時間期間とそのモード選択が使用される期間との間におけるチャンネル・コヒーレンスの不足を捕捉しない。

【0050】

図2および図3を参照して、これら両方の図は、対応するLUT270、370を含む。図2では、モード選択は送信ユニット200でなされる。図3では、モード選択は受信ユニット300でなされる。

【0051】

図2の送信ユニット200における実施例は、モード選択ブロック250を含む。モード選択ブロックは、受信機ユニットからフィードバックされた第1の品質パラメータに基づいて第1のモード選択を生成する。第1の品質パラメータは、最初のモードで送信された信号に基づくことができる。最初のモードは任意に選択されるか、または選択された最初のモードにプリセットすることができる。実施例は、受信機ユニットで行われたSNR測定である第1の品質パラメータを含む。前述されたように、SNRに加えて他の品質パラメータが用いられ得る。一般に、最初のモード選択はLUT270を参照することによってなされる。第1のモード選択は第1の品質パラメータに基づくが、そのモード選択は第1の品質パラメータを備えるLUTを参照することによりなされる。

【0052】

最初の送信モード選択に基づいて送信機ユニット200の送信モードを設定した後に、第2の品質パラメータが測定される。実施例はPERである第2の品質パラメータを含む。第1の品質パラメータおよび第2の品質パラメータの両方は送信ユニット200にフィードバックされる。送信ユニット200は受信ユニット300からフィードバック抽出器260を経由してフィードバックを受信する。

【0053】

第1のシナリオは、誤り係数演算ユニット280によって生成される補正係数を含む。本質的に、誤り係数演算ユニット280は、測定された第2の品質パラメータと予測された第2の品質パラメータとの間の差を決定することにより、誤り係数を生成する。すなわち、LUT270は、予測され、所望されかつ予期された第2の品質パラメータに基づいてあらかじめ生成された表である。その第2の品質パラメータがPERである場合、そのとき補正係数は、測定されたPERとLUT270によって予測されたPERとの間の差を示す生成値である。

【0054】

第2のシナリオは、k個のストリームの各々に対するモード指標（インデックス）または選択されたモードの他の指示を検出し、この情報を制御器240へ送信するフィードバック抽出器260を含む。制御器240は、データベース290中のモード指標によってモードを調べ、k個のストリームの各々に対し使用される変調、符号化速度および他のパラメータを決定する。

【0055】

当技術中で既知の技術である時分割二重化（TDD）を用いる場合、品質パラメータは、受信ユニット300または遅隔加入者ユニットからの逆送信の間に抽出することができ、専用のフィードバックは必要とされない。

10

【0056】

図2では、誤り係数演算ユニット280は、モード選択ユニット250およびLUT270に接続された破線ラインを含む。破線ラインは、本発明の2つの可能な構成を示す。これらの構成は、単に本発明がどのように実現されるのかを示す例である。

【0057】

第1の構成は、モード選択ユニット250に接続される誤り係数演算ユニット280を含む。前述されたように、モード選択ユニット250は第1の品質パラメータを備えるLUT270を参照し、送信モード選択を生成する。この構成は、誤り係数演算ユニット280によって生成され第1の品質パラメータで合計される補正係数を含み、その結果である送信モード選択を修正する。説明されるように、その補正係数は、最も直近のデータ・パケットが正確にまたは不正確に受信されたかどうかによって依存して負または正の数をとる。

20

【0058】

第2の構成は、LUT270に接続される誤り係数演算ユニット280を含む。前述されたように、モード選択ユニット250は第1の品質パラメータを備えるLUT270を参照し、送信モード選択を生成する。この構成は、誤り係数演算ユニット280によって生成されLUT270内の閾値で合計される補正係数を含み、その結果である送信モード選択を修正する。説明されるように、その補正係数は、最も直近のデータ・パケットが正確にまたは不正確に受信されたかどうかによって依存して負または正の数をとる。

【0059】

図3では、誤り係数演算ユニット380は、第1の品質パラメータ・ユニット340およびLUT370に接続された破線ラインを含む。破線ラインは、本発明の2つの可能な構成を示す。これらの構成は、単に本発明がどのように実現されるのかを示す例である。

30

【0060】

第1の構成は、モード選択ユニット340に接続される誤り係数演算ユニット380を含む。前述されたように、モード選択ユニット360は第1の品質パラメータを備えるLUT370を参照し、送信モード選択を生成する。この構成は、誤り係数演算ユニット380によって生成され第1の品質パラメータで合計される補正係数を含み、その結果である送信モード選択を修正する。説明されるように、その補正係数は、最も直近のデータ・パケットが正確にまたは不正確に受信されたかどうかによって依存して負または正の数をとる。

【0061】

第2の構成は、LUT370に接続される誤り係数演算ユニット380を含む。前述されたように、モード選択ユニット360は第1の品質パラメータを備えるLUT370を参照し、送信モード選択を生成する。この構成は、誤り係数演算ユニット380によって生成されLUT370内の閾値で合計される補正係数を含み、その結果である送信モード選択を修正する。説明されるように、その補正係数は、最も直近のデータ・パケットが正確にまたは不正確に受信されたかどうかによって依存して負または正の数をとる。

40

【0062】

モード選択ユニット360は、送信されたデータを符号化するために後続のモード番号を選択する。モード選択ユニット360は、ユニット200へフィードバックを送信するためにフィードバック・ブロック390およびそれに対応する送信機395に接続される

50

。ここで、送信ユニット200へのインデックス番号のフィードバックはあまり多くの帯域幅を要求しないので、モードにインデックスを付ける便利さは明らかになるであろう。本実施例では、モード選択はk個のストリームの各々に対してなされることに注目すべきである。換言すれば、k個のストリームの各々に対して使用されるべきモードを示すモード・インデックスは、送信ユニット200にフィードバックされる。別の実施例では、後続の送信のために現在のモードをどのように修正するべきかを示すモード差を送ることが適切である。例えば、現在の送信がモード1で、後続のモードのモード・インデックスが3ならば、モード差は2となる。別の実施例では、送信ユニット200にチャンネル特性を送り返すことが適切なことがある。この場合、品質パラメータの統計値の演算およびモード選択は、送信ユニット200で行なわれる。

10

【0063】

誤り係数演算ユニット380によって生成される補正係数は、送信モード選択の連続的な補正または最適化を提供する。補正係数が生成される（例えば各受信データ・パケットに対して）速度は、第1の品質パラメータが更新されるより実質的に速い。データ・パケットが誤って受け取られても受け取られなくても、各データ・パケットは、補正係数が負または正の値を割り当てられるかどうか決め、そしてLUT内の第1の品質パラメータまたは閾値を増加させあるいは減少させる。誤って一般に受信したデータ・パケットは誤り訂正を正にさせ、その一方で誤りなしで受信したデータ・パケットは誤り訂正を負にさせる。

【0064】

20

実施例では、Xの値に割り当てられる正の誤り訂正、およびX/Nの値に割り当てられる負の訂正を含む。シミュレーションをとおして分析すると、収束時に、Nの値は目標PERに直接関係することがわかる。シミュレーションは、次式を提示する。

$$N = (1 / (PER_{target})) - 1$$

例えば収束時に、目標PERが5%である場合、N=19である。

【0065】

補正係数は、LUT内の第1の品質パラメータまたは閾値を連続的に修正するために使用される。したがって、PERは目標PERに近接して維持するために連続的にモニタされる。

30

【0066】

初期化では、補正係数は0に設定される。その後、各データ・パケットの受信に際して、正負の補正係数が生成される。

【0067】

別の実施例は、予め定める時間毎に一度生成される誤り係数を含む。平均PERが上限閾値より大きい場合、誤り係数は第1の値に設定され、また、平均PERが下限閾値より小さい場合、誤り係数は第2の値に設定され得る。

【0068】

図5は、複数の基地局の空間多重化システムを示す。第1の基地トランシーバ局510は、加入者530にデータを送信する。第2の基地トランシーバ局520は、また加入者530にデータを送信する。図5に示されるように、第1の基地トランシーバ局510から加入者520に送信されたデータは、第1のチャンネルh1を通して移動する。第2の基地トランシーバ局520から加入者530に送信されるデータは、第2のチャンネルh2を通して移動する。

40

【0069】

複数の基地局510、520のアンテナは、加入者530への空間多重化のデータ送信に使用することができる。複数の基地局510、520の物理的な分離により、第1のチャンネルh1および第2のチャンネルh2が非常に異なるものになり得る。したがって、LUTは、第2のチャンネルh2のために生成されたLUTと異なる第1のチャンネルh

50

1のために一般に生成される。本発明の上記実施例は、個別の伝送チャンネルの各々に対して個別のLUTが生成される図5に示す複数の基地局空間多重化構成を含むように拡張することができる。明らかに、2を越える基地局トランシーバ局が使用され得る。さらに、図5の基地局トランシーバ局の各々は複数のアンテナを含めることができる。

【0070】

図6は、本発明の実施例のステップを含むフローチャートである。

【0071】

第1のステップ610は、予め定めるチャンネルのデータベースおよび最初のチャンネル特性に基づいて最初の送信モードを選択することを含む。

【0072】

第2のステップ620は、最初の送信モードに従って送信されたデータ信号の推定された性能特性と最初の送信モードに従って送信されたデータ信号の予測された性能特性との間の差に基づく誤り係数を生成することを含む。

【0073】

第3のステップ630は、予め定めるチャンネルのデータベース、誤り係数および後続のチャンネル特性に基づいて後続の送信モードを選択することを含む。

【0074】

図7は、本発明の別の実施例のステップを含むフローチャートである。

【0075】

第1のステップ710は、最初の送信モードで符号化されたデータを含む送信信号を受信することを含む。

【0076】

第2のステップ720は、受信された送信信号の第1の品質パラメータを測定することを含む。

【0077】

第3のステップ730は、品質パラメータに基づいて後続の送信モードを選択することを含む。

【0078】

第4のステップ740は、後続の送信モードで符号化されたデータを有する送信信号を受信することを含む。

【0079】

第5のステップ750は、第2の品質パラメータを測定することを含む。

【0080】

第6のステップ760は、第2の品質パラメータに基づいて別の後続の送信モードの選択基準内でパラメータを調整することを含む。

【0081】

本発明の特定の実施例が説明されかつ図示されたが、本発明は説明または図示されたような部分の特定の形式に制限されるものではない。本発明は、請求項によってのみ限定される。

【図面の簡単な説明】

【0082】

【図1】無線通信システムを示す。

【図2】本発明の実施例によるシステムのブロック図である。

【図3】本発明の実施例による別のシステムのブロック図である。

【図4】本発明の実施例によるルックアップ・テーブルである。

【図5】本発明の実施例を含むMIMOシステムを示す。

【図6】本発明の実施例内に含まれるステップのフローチャートである。

【図7】本発明の別の実施例内に含まれるステップのフローチャートである。

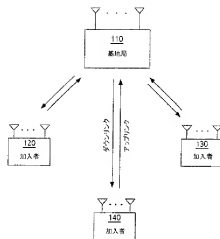
10

20

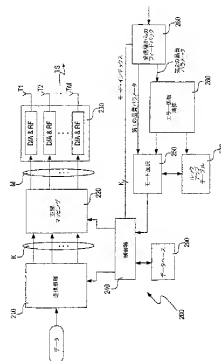
30

40

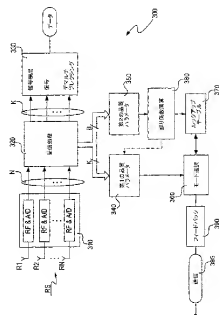
【図 1】



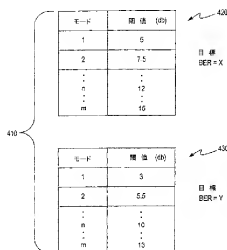
【図 2】



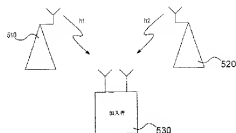
【図 3】



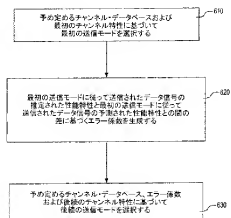
【図 4】



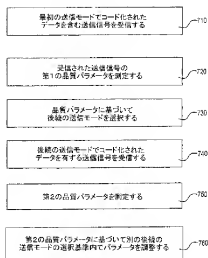
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/US 03/03431A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04L/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (names of data base used, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of documents, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01 82521 A (QUALCOMM INC) 1 November 2001 (2001-11-01) page 6, line 29 - line 33 page 7, line 30 - line 38 page 8, line 1 - line 22	1-11, 16-27
Y	page 10, line 9 - line 32; figures 1, 2 ---	12-15
X	EP 1 107 231 A (QUALCOMM INC) 13 June 2001 (2001-06-13) page 10, line 38 - page 11, line 11 page 11, line 35 - line 46 page 12, line 27 - line 46 --- -/-	1-6, 8, 9, 11, 16-20, 24-27

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

C earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubt on priority claims or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (be specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

I later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be straightforwardly derived or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 July 2003

Date of mailing of the international search report

14/07/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. Box 5810 Patentstein 2
NL-2200 PB Rijswijk
Tel. (+31-70) 940-2040, Tx. 31 651 000 nt,
Fax: (+31-70) 940-3370

Authorized officer

Papantoniou, A

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/US 03/03431

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indicia, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 02 03568 A (IOSPAN WIRELESS INC) 10 January 2002 (2002-01-10) page 7, line 3 - line 15 page 8, line 6 - line 10 page 8, line 22 - line 24 page 12, line 1 - line 13 page 19, line 14 - line 27	12-15
A	page 20, line 1 - line 8 page 27, line 19 - line 25 page 32, line 10 - line 18; figures 7,8	1,16,26, 27
A	US 5 699 365 A (KLAYMAN JEFFREY T ET AL) 16 December 1997 (1997-12-16) column 7, line 37 - line 66 column 8, line 2 - line 10 column 8, line 42 - line 57; figure 4	1,16,26, 27

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1993)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No.
 PCT/US 03/03431

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0182521 A	01-11-2001	AU 7268101 A EP 1277303 A2 WO 0182521 A2	07-11-2001 22-01-2003 01-11-2001
EP 1107231 A	13-06-2001	EP 1107231 A2 EP 1126437 A2 EP 1162601 A2 EP 1239456 A1 AT 208945 T AU 711484 E2 AU 1482597 A AU 671952 B2 AU 2186592 A AU 693374 B2 AU 6089396 A BR 9206143 A CN 1381956 A CN 1398052 A CN 1071036 A CN 1159639 A CN 1167309 A DE 69232202 D1 DE 69232202 T2 DK 588932 T3 EP 0588932 A1 ES 2166355 T3 FI 935597 A FI 20011508 A FI 20011509 A HK 1014796 A1 HU 70719 A2 IL 102146 A IL 113986 A IL 113987 A IL 113988 A JP 6511320 T JP 2002023796 A JP 2002202800 A MX 9202808 A1 NO 934544 A RU 2107951 C1 SG 70558 A1 US 5414796 A WO 9222891 A1 US 5657420 A US 5778338 A ZA 9204082 A	13-06-2001 22-08-2001 12-12-2001 11-09-2002 15-11-2001 14-10-1999 15-05-1997 19-09-1996 12-01-1993 25-06-1998 03-10-1996 03-01-1995 27-11-2002 19-02-2003 14-04-1993 17-09-1997 10-12-1997 20-12-2001 25-07-2002 11-03-2002 30-03-1994 16-04-2002 13-12-1993 10-07-2001 10-07-2001 12-07-2002 30-10-1995 31-03-1996 14-11-1996 14-11-1996 14-11-1996 15-12-1994 25-01-2002 19-07-2002 01-12-1992 10-12-1993 27-03-1998 22-02-2000 09-05-1995 23-12-1992 12-08-1997 07-07-1998 26-02-1993
WO 0203568 A	10-01-2002	AU 5525301 A AU 7020701 A WO 0203557 A1 WO 0203568 A1	14-01-2002 14-01-2002 10-01-2002 10-01-2002
US 5699365 A	16-12-1997	CN 1185872 A EP 0829144 A1 GB 2315393 A HK 1006928 A1 KR 263139 B1	24-06-1998 18-03-1998 28-01-1998 27-04-2001 01-08-2000

Form PCT/ISA/210 (continued from page 1)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/US 03/03431

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5699365	A	WO 9736377 A1	02-10-1997

Form PCT/ISW210 (patent family search) (4-0) (1/00)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SI,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN, GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC, EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,ME,MK,MN,MW,M X,AZ,NO,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ゲスバート、デイビット

ノルウェー王国 オスロ エヌー0 2 5 3 ヒューフェルズ・ゲート1 0

(72)発明者 アイリー、マニッシュ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 4 サンノゼ エイラーン・ビレッジ・レーン3 9
0 ナンバー3 1 9

Fターム(参考) SK022 FF00

SK059 BB01 CC02 EE02

SK067 AA23 BB21 CC01 CC08 CC24 DD51 EE02 EE10 FF02 HH23

KK03

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
16 October 2003 (16.10.2003)

PCT

(10) International Publication Number
WO 03/085876 A1

(51) International Patent Classification: H04L 1/00

(21) International Application Number: PCT/US03/03431

(22) International Filing Date: 3 February 2003 (03.02.2003)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
10/072,359 1 April 2002 (01.04.2002) US

(71) Applicant (for all designated States except US): INTEL CORPORATION [US/US]; 2200 Mission College Boulevard, Santa Clara, CA 95052 (US).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): CATREUX, Severine [FR/US]; 1440 Cedar Meadow Court, San Jose, CA 95131 (US). GESBERT, David [FR/NO]; Hufeldts Gate 10, N-0253 Oslo (NO). AIRY, Manish [IN/US]; 390 Elan Village Lane #319, San Jose, CA 95134 (US).

(74) Agents: MALLIE, Michael, J. et al.; Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP, 7th floor, 12400 Wilshire Boulevard, Los Angeles, CA 90025 (US).

(81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GI, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— with international search report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: A SYSTEM AND METHOD OF DYNAMICALLY OPTIMIZING A TRANSMISSION MODE OF WIRELESSLY TRANSMITTED INFORMATION

(57) Abstract: The present invention includes a method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data. The method includes selecting a first transmission mode based on a predetermined channel database and a first channel characterization. The first channel characterization can be based upon signals transmitted in an initial mode. An error factor is generated based on a difference between an estimated performance characteristic, and an expected performance characteristic. A subsequent transmission mode is selected based upon the predetermined channel database, the error factor and a subsequent channel characterization. The predetermined channel database can include a predetermined look-up-table that provides transmission mode selections based upon the channel characterizations. The look-up-table generally includes a plurality of quality parameter thresholds that determine the selection of a transmission mode. Another method includes receiving transmission signals that include data encoded in an initial transmission mode. A first quality parameter of the received transmission signals is measured. A subsequent transmission mode is selected based upon the quality parameter. Transmission signals are received having data encoded in the subsequent transmission mode. A second quality parameter is measured. A parameter is adjusted within selection criteria of another subsequent transmission mode based upon the second quality parameter.



WO 03/085876 A1

**A SYSTEM AND METHOD OF DYNAMICALLY OPTIMIZING A
TRANSMISSION MODE OF WIRELESSLY TRANSMITTED INFORMATION**

RELATED APPLICATIONS

This application is a continuation-in-part to application serial number 09/665,149 filed on 9/19/2000.

Field of the Invention

The invention relates generally to wireless communications between a base station and multiple users. More particularly, the invention relates to a system and method for dynamically optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted information.

Background of the Invention

Wireless communication systems commonly include information carrying modulated carrier signals that are wirelessly transmitted from a transmission source to one or more receivers within an area or region.

Wireless communication systems serving stationary and mobile wireless subscribers are rapidly gaining popularity, resulting in a need for greater efficiency in the use of the available radio frequency spectrum. This goal is complicated because wireless communications channels between transmit and receive devices are inherently variable, so the characteristics of wireless channels, such as signal quality, generally vary in time, frequency and space. Under good conditions wireless channels exhibit good communication parameters, e.g., large data capacity, high signal quality, high spectral efficiency and throughput. However, under poor channel conditions, these parameters have significantly lower values. For example, when the wireless channel is degraded the transmitted data may experience excessive corruption, manifesting as high bit-error rates or packet error rates. The degradation of the channel can be due to a multitude of factors such as general noise in the channel, multipath fading, loss of line-of-sight path, excessive Co-Channel Interference (CCI) and other factors.

Motivated by these complications, prior art wireless systems have employed adaptive modulation of the transmitted signals with the use of feedback from the receiver as well as adaptive coding and receiver feedback to adjust data transmission to changing channel conditions. Such adaptive modulation has been applied to Single Input Single Output (SISO) as well as to Multiple Input Multiple Output (MIMO) systems, e.g., systems with antenna arrays at both the transmit and receive ends.

In wireless systems (mobile and fixed), signal degradation and corruption is primarily due to interference from other cellular users within or near a given cell and multipath fading, in which the received amplitude and phase of a signal varies over time. In Fixed Wireless Access (FWA) systems, that is, where the receiver remains stationary, signal fading rate is less than in mobile systems. In this case, the channel coherence time or the time during which the channel estimate remains stable is longer since the receiver does not move.

Prior art wireless systems have employed adaptive modulation of the transmitted signals with the use of feedback from the receiver as well as adaptive coding and receiver feedback to adapt data transmission to changing channel conditions. Such adaptive modulation is applied to Single Input Single Output (SISO) systems. In both SISO and MIMO systems, however, the fundamental problem of efficient choice of the mode to be applied to the transmitted data remains.

It would be an advance to provide a mode selection technique which allows the system to rapidly and efficiently select the appropriate mode for encoding data in a quickly changing channel. It is important that such technique be efficient in all wireless systems, including Multiple Input Multiple Output (MIMO), Multiple Input Single Output (MISO), Single Input Single Output (SISO) and Single Input Multiple Output (SIMO) systems as well as systems using multiple carrier frequencies, for example, OFDM systems.

Summary of the Invention

The invention includes an apparatus and a method for adaptively optimizing a transmission mode of data transmitted to users within a wireless cellular system. The apparatus and method are adaptable for use in MIMO systems.

A first embodiment of the invention includes a method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data. The method includes selecting a first transmission mode based on a predetermined channel database and a first channel characterization. The first channel characterization can be based upon signal transmission according to an initial mode. An error factor is generated based on a difference between an estimated performance characteristic, and an expected performance characteristic. A subsequent transmission mode is selected based upon the predetermined channel database, the error factor and a subsequent channel characterization.

A second embodiment is similar to the first embodiment. For this embodiment, the predetermined channel database includes a predetermined look-up-table that provides a transmission mode selection based upon a channel characterization. The look-up-table generally includes a plurality of quality parameter thresholds that determine the selection of a transmission mode.

The second embodiment can further include adjusting the quality parameter thresholds within the predetermined look-up-table with the error factor, and selecting the subsequent transmission mode based upon the adjusted look-up-table and the subsequent channel characterization.

The error factor can be generated once for every received data packet. One embodiment includes the error factor being set to a first value if a data packet is properly received, and the error factor being set to a second value if the data packet is improperly received.

The error factor can also be generated once per a predetermined amount of time. The error factor can be set to a first value if an average packet error ration is greater than an upper bound threshold, and the error factor can be set to a second value if the average packet error ration is less than an lower bound threshold.

Another embodiment includes the quality parameter thresholds within the predetermined look-up-table being adjusted by the error factor after the reception of each data packet. Another embodiment includes adjusting the subsequent channel characterization with the error factor, and selecting the subsequent transmission mode based upon the look-up-table and the adjusted subsequent channel characterization.

A third embodiment is similar to the first embodiment. The third embodiment includes spatial multiplexing. The third embodiment includes individually selecting an first transmission mode based on a predetermined channel database and a first channel characterization for each of a plurality of transmission streams. Each of the plurality of transmission streams are received by the same receiver, allowing spatial multiplexing. An error factor is generated based on a difference between an estimated performance characteristic, and an expected performance characteristic, of the plurality of transmission streams. A subsequent transmission mode is selected based upon the predetermined channel database, the error factor and a subsequent channel characterization, for the transmission streams. Another embodiment includes the transmission streams being transmitted from a plurality of base stations, providing multiple base station spatial multiplexing. For multiple base station spatial multiplexing, an error factor and a corresponding subsequent transmission mode can be generated for each of the transmission streams.

A fourth embodiment includes method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data. The method includes receiving transmission signals that include data encoded in an initial transmission mode. A first quality parameter of the received transmission signals is measured. A subsequent transmission mode is selected based upon the quality parameter. Transmission signals are received having data encoded in the subsequent transmission mode. A second quality parameter is measured.

A parameter is adjusted within selection criteria of another subsequent transmission mode based upon the second quality parameter.

Selecting a subsequent transmission mode based upon the quality parameter can include referencing a predetermined look-up-table that provides a subsequent transmission mode selection based upon the first quality parameter. The look-up-table can include a plurality of quality parameter thresholds that determine the selection of a subsequent transmission mode.

Adjusting a parameter within a selection criteria of the subsequent transmission mode based upon the second quality parameter can include adjusting the quality parameter thresholds within the predetermined look-up-table.

Obtaining the second quality parameter can include incrementing a table correction factor to a first value of a data packet is properly received, and incrementing the table correction factor to a second value if the data packet is improperly received. The quality parameter thresholds within the predetermined look-up-table are adjusted by the table correction factor after the reception of each data packet.

Other aspects and advantages of the present invention will become apparent from the following detailed description, taken in conjunction with the accompanying drawings, illustrating by way of example the principles of the invention.

Brief Description of the Drawings

Figure 1 shows a wireless communication system

Figure 2 is a block diagram of a system according to an embodiment of the invention.

Figure 3 is a block diagram of another system according to an embodiment of the invention.

Figure 4 is a look up table according to an embodiment of the invention.

Figure 5 shows a MIMO system that includes an embodiment of the invention.

Figure 6 is a flow chart of steps included within an embodiment of the invention.

Figure 7 is a flow chart of steps included within another embodiment of the invention.

Detailed Description

As shown in the drawings for purposes of illustration, the invention is embodied in an apparatus and a method for adaptively selecting a transmission mode for the transmission of data to users within a wireless cellular system. The invention can include multiple antennae systems.

Particular embodiments of the present invention will now be described in detail with reference to the drawing figures. The techniques of the present invention may be implemented in various different types of wireless communication systems. Of particular relevance are cellular wireless communication systems, such as the system shown in Figure 1. A base station 110 transmits downlink signals over wireless channels to multiple subscribers 120, 130, 140. In addition, the subscribers 120, 130, 140 transmit uplink signals over the wireless channels to the base station 110. Thus, for downlink communication the base station 110 is a transmitter and the subscribers 120, 130, 140 are

receivers, while for uplink communication the base station 10 is a receiver and the subscribers 120, 130, 140 are transmitters. The subscribers 120, 130, 140 may be mobile or fixed. Exemplary subscribers include devices such as portable telephones, car phones, and stationary receivers such as a wireless modem at a fixed location.

The base station 110 can include multiple antennas that allow antenna diversity techniques and/or spatial multiplexing techniques. In addition, each subscriber can include multiple antennas that permit further spatial multiplexing and/or antenna diversity. Single antennas, however, may also be used. Thus, Single Input Single Output (SISO), Multiple Input Single Output (MISO), Single Input Multiple Output (SIMO), or Multiple Input Multiple Output (MIMO) configurations are all possible. In any of these configurations, the communications techniques can employ single-carrier or multi-carrier communications techniques.

Spatial multiplexing modes can be implemented using multiple antennas at a single base station, or through the use of multiple base stations each transmitting a portion of the multiple signals. Multiple base station spatial multiplexing will be discussed with greater detail later.

Although the techniques of the present invention apply to point-to-multipoint systems such as shown in Figure 1, they are not limited to such systems, but apply to any wireless communication system having at least two devices in wireless communication. Accordingly, for simplicity, the following description will focus on the invention as applied to a single transmitter-receiver pair, even though it is understood that it applies to systems with any number of such pairs.

Typically, variations of the wireless channels cause uplink and downlink signals to experience fluctuating levels of attenuation, interference, multi-path fading and other deleterious effects. In addition, the presence of multiple signal paths (due to reflections off buildings and other obstacles in the propagation environment) causes variations of channel response over the frequency bandwidth, and these variations may change with time as well. As a result, there are temporal changes in channel communication

parameters such as data capacity, spectral efficiency, throughput, and signal quality parameters, e.g., signal-to-interference and noise ratio (SINR), and signal-to-noise ratio (SNR).

Information is transmitted over the wireless channel using one of various possible transmission modes. For the purposes of the present application, a transmission mode is defined to be a particular modulation type and rate, a particular code type and rate, and may also include other controlled aspects of transmission such as the use of antenna diversity or spatial multiplexing. Using a particular transmission mode, data intended for communication over the wireless channel is coded, modulated, and transmitted. Examples of typical coding modes are convolution and block codes, and more particularly, codes known in the art such as Hamming Codes, Cyclic Codes and Reed-Solomon Codes. Examples of typical modulation modes are circular constellations such as BPSK, QPSK, and other m -ary PSK, square constellations such as 4QAM, 16QAM, and other m -ary QAM. Additional popular modulation techniques include GMSK and m -ary FSK. The implementation and use of these various transmission modes in communication systems is well known in the art.

In addition to the transmission mode, communication over the wireless channel uses one of several possible channelization modes. The channelization mode is related to the spectrum use in time and/or frequency for a particular subscriber. In general, any one of various known schemes may be used to divide the total spectrum in frequency and/or time, creating a set of time/frequency subchannels that may be allocated to different subscribers. Frequency division multiple access (FDMA) is a method of dividing the wireless spectrum that associates each communication channel with a different single-frequency carrier. Often the single frequency is further divided in time using time division multiple access (TDMA). In TDMA the frequency carrier is divided into successive time frames, each containing a set of time slots. A single subchannel in an FDMA/TDMA system is thus associated with both a specific carrier frequency and a particular time slot. Orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) is a sophisticated method of FDMA/TDMA. In OFDM each subchannel is associated with a time slot and a set of multiple subcarriers (i.e., tones) multiplexed together, each

subcarrier at a different frequency and each modulated by a signal which varies discretely rather than continuously. The set of subcarrier frequencies associated with each channel is chosen from a set of N subcarrier frequency tones available to the system. In any multiplexing scheme, channel assignment, or channel allocation is the process of assigning each subscriber to one or more time intervals and/or to one or more frequency carriers or subcarriers. Typically, channel allocation is a primary task performed by a media access controller (MAC) at a system base station.

A transmission mode for encoding data at transmit units (base station) 110 is selected based on a quality parameter and a correction factor. The details of the method will now be explained by referring to the operation of a transmit unit 200 as shown in Figure 2 and a receive unit 300 as illustrated in Figure 3.

As shown in Figure 2, a transmit unit 200 receives data to be transmitted. Generally, the data is in the form of a stream of binary data. The data is delivered to a transmit processing block 210. The transmit processing block 210 subdivides the data into a number k of parallel streams. Then, the transmit processing block applies an encoding mode to each of the k streams to encode the data. Before transmission, the data may be interleaved and pre-coded by an interleaver and a pre-coder (not shown). The purpose of interleaving and pre-coding is to render the data more robust against errors. Both of these techniques are well-known in the art of communication systems.

The transmission rate or throughput of the data varies depending on the modulation, coding rates and transmission scheme (diversity or spatial multiplexing) used in each of the k data streams.

Table 1

Mode	Modulation Rate (bits/symbol)	Coding Rate	Transmission Scheme	Throughput (bits/s/Hz)
1	2	3/4	Diversity	3/2
2	2	2/3	Diversity	4/3
3	2	1/2	Diversity	1
4	2	1/3	Diversity	2/3
5	4	3/4	Diversity	3
6	4	2/3	Diversity	8/3
7	4	1/2	Diversity	2
8	4	1/3	Diversity	4/3
9	2	3/4	Spatial Mult.	$(3/2)*k$
10	2	2/3	Spatial Mult.	$(4/3)*k$
11	2	1/2	Spatial Mult.	$1*k$
12	2	1/3	Spatial Mult.	$(2/3)*k$
13	4	3/4	Spatial Mult.	$3*k$
14	4	2/3	Spatial Mult.	$(8/3)*k$
15	4	1/2	Spatial Mult.	$2*k$
16	4	1/3	Spatial Mult.	$(4/3)*k$

Table 1 illustrates some typical modes with their modulation rates, coding rates and transmission scheme (diversity or spatial multiplexing) and the corresponding throughputs for the data. The modes are indexed by a mode number so as to conveniently identify the modulation, coding rates and transmission scheme (diversity or spatial multiplexing) which are to be applied to the data in each mode. Tables analogous to Table 1 for other coding and modulation rates can be easily derived as these techniques are well-known in the art of communication systems.

Referring back to Figure 2, a set of modes, conveniently arranged in the form of a table indexed as described above, are stored in a database 290 of the transmit unit 200.

The database 290 is connected to a controller 240, which is also connected to the transmit processing block 210, and a spatial mapping unit 220. The controller 240 controls which mode from the database 290 is applied to each of the k streams, and the controller 240 controls spatial mapping to be performed by spatial mapping unit 220. The controller 240 accomplishes this through a mode selection block 250 as will be described later.

In addition to encoding the k streams, transmit processing block 210 adds training information into training tones and any other control information, as is known in the art. After being processed, the k streams are sent to an up-conversion and RF amplification stage 230 having individual digital-to-analog converters and up-conversion/RF amplification blocks, after passing through the spatial mapping unit 220. The spatial mapping unit 220 maps the k streams to M inputs of the up-conversion and RF amplification stage 230. The M outputs of amplification stage 230 lead to corresponding M transmit antennas $T_1, T_2 \dots T_M$ of an antenna array.

A person skilled in the art will recognize that the number M of transmit antennas $T_1, T_2 \dots T_M$ does not have to be equal to the number of streams k . That is because various spatial mappings can be employed in assigning streams k to transmit antennas $T_1, T_2 \dots T_M$. In one mapping, a certain transmit antenna, for example transmit antenna T_2 , transmits one of the k streams. In another mapping, a number of transmit antennas $T_1, T_2 \dots T_M$ transmit the same stream k . In yet another embodiment, the k streams are assigned to M antennas or a subset thereof via the spatial mapping unit 220 and the up-conversion and RF amplification stage 230. In fact, any kind of mapping involving the use of spatial multiplexing (SM) and antenna diversity can be used.

The transmit antennas $T_1, T_2 \dots T_M$ transmit the data in the form of transmit signals TS . The transmit signals TS can include a multi-carrier transmission scheme with n frequency carriers (tones). As is well known in multi-carrier systems, training is performed on all tones during an OFDM training symbol. It will be clear to a person skilled in the art that a subset of these tones could be used for training and the corresponding frequency response could be computed at the receiver by interpolating.

The transmit signals TS propagate through a transmission channel between the transmit unit 200 and the receive unit 300, and therefore, experience the effects of changing conditions of the channel, as described above. Transmit signals TS are received in the form of receive signals RS by a receive antenna RN belonging to an array of antennas R1, R2 ... RN of a receive unit 300, shown in Figure 3.

Again referring to Figure 3, the receive unit 300 has N receive antennas R1, R2 ... RN for receiving receive signals RS from the transmit unit 200. The receive unit 300 can be any suitable receiver capable of receiving receive signals RS via the N receive antennas R1, R2 ... RN. Exemplary receivers include linear equalizer receivers, decision feedback equalizer receivers, successive cancellation receivers and maximum likelihood receivers.

The receive unit 300 has an RF amplification and down-conversion stage 310 having individual RF amplification/down-conversion and analog-to-digital converter blocks associated with each of the N receive antennas R1, R2 ... RN. The N outputs of RF amplification and down-conversion stage 310 are connected to a receive processing block 320 that performs receive processing to recover the k streams encoded by transmit processing block 210 of transmit unit 200. The recovered k streams are passed on to a signal detection, decoding and demultiplexing block 330 for recovering data. In the case of antenna diversity processing it should be understood that k is equal to one and thus there is only a single stream recovered.

The receive processing block 320 generally computes the quality parameters for each of the k streams and sends this information to a statistics computation block for computing statistical parameters of the one or more quality parameters. As will be described, this generally includes computing first quality parameters for each of the k streams, and then a second quality parameter for each base station (the number of base stations is designated as B in Figure 3) transmitting to the receive unit. Multiple base stations transmitting to a single receiver is characteristic of multiple base spatial multiplexing as will be described later. The method of the invention can recognize slow and rapid channel variations and allows for efficient mode selection by taking both types

of variation into account. This is accomplished by taking into account statistics of two or more quality parameters.

Here, the quality parameters have been designated as a first quality parameter and a second quality parameter. The first quality parameter can include signal-to-interference and noise ratio (SINR), signal-to-noise ratio (SNR) and power level. The second quality parameter can include a BER (bit error rate) or a PER (packet error rate) of the received data.

Basically, the first quality parameter is used to generate a first estimate of an optimal transmission mode. The first estimate is determined by referencing a predetermined mode look-up-table (LUT). The LUT provides the first estimate of the optimal transmission mode based upon a desired second quality parameter. The second quality parameter is measured. A correction factor is generated based upon a difference between the measured second quality parameter and the desired or expected second quality parameter. The correction factor is used to modify the optimal transmission mode estimate.

Figure 4 shows a couple of examples of predetermined mode look-up-tables (LUTs). The LUTs provide an estimated transmission mode estimate based upon a comparison of a measured first quality parameter and thresholds within the look-up-tables. For the tables shown in Figure 4, the first quality parameter can include an SNR measurement of the received signals. Methods for determining the SNR of a received signal are well known in the art of communication systems.

A first LUT 420 includes estimated transmission modes for an expected or target BER of X. That is, for various measured values SNR of the received signals, the LUT 420 provides estimated transmission modes in order to maintain a BER of X. For example, if the measured SNR is less than 5 dB, then the first LUT 420 suggests a transmission mode of 1. If the measured SNR is greater than 5 dB, but less than 7.5 dB, then the LUT 420 suggests a transmission mode of 2. The rest of the transmission modes are suggested in a corresponding manner.

A second LUT 430 includes estimated transmission modes for an expected or target BER of Y. That is, for various measured values SNR of the received signals, the LUT 420 provides estimated transmission modes in order to maintain a BER of Y. For example, if the measured SNR is less than 3 dB, then the second LUT 430 suggests a transmission mode of 1. If the measured SNR is greater than 3 dB, but less than 5.5 dB, then the LUT 420 suggests a transmission mode of 2. The rest of the transmission modes are suggested in a corresponding manner.

For the above-described LUTs 420, 430, the lower the transmission mode number, the lower the data rate of the data being transmitted. That is, generally a lower mode includes a lower order modulation. A lower mode is more robust, and therefore, more optimal for use with lower SNR transmission.

Various factors can influence the LUT selection. For example, high level of quality of service can require the target BER to be lower. Additionally, different transmission channels will generally require different LUTs in order to maintain a target BER. This is particularly important for spatial multiplexing system. More particularly, for multiple base station spatial multiplexing, where the transmission channels between a receiver and different base transceiver stations can be very different.

Generally, each LUT is generated based upon simulations or characterizations of the transmission channels. Therefore, the LUTs are generated based upon a particular channel model, or a channel at a particular point in time. It should be understood that there can be mismatches between the simulated and the real propagation conditions. Without corrections, the estimated transmission modes can lead to data transmissions having BERs that are different than the target BER. The LUTs do not capture the lack of channel coherence between the time period a mode is selected and the time period the mode selection is used by a transmitter.

Referring back to Figure 2 and Figure 3, both of these figures include a corresponding LUT 270, 370. In Figure 2, the mode selection is made at the transmit unit 200. In Figure 3, the mode selection is made at the receive unit 300.

An embodiment of the transmit unit 200 of Figure 2 includes a mode selection block 250. The mode selection block generates a first mode selection based upon a first quality parameter fed back from the receiver unit. The first quality parameter can be based upon signals transmitted in an initial mode. The initial mode can be randomly selected, or preset to a selected initial mode. An embodiment includes the first quality parameter being an SNR measurement made at the receiver unit. As previously described, other quality parameters besides the SNR can be used. Generally, the initial mode selection is made by referencing the LUT 270. The first mode selection is made based upon the first quality parameter, where the mode selection is made by referencing the LUT with the first quality parameter.

After setting the transmission mode of the transmitter unit 200 based upon the initial transmission mode selection, a second quality parameter is measured. An embodiment include the second quality parameter being the PER. Both the first quality parameter and the second quality parameter are fed back to the transmit unit 200. The transmit unit 200 receives feedback from receive unit 300 via a feedback extractor 260.

A first scenario includes a correction factor being generated by an error factor computation unit 280. Essentially, the error factor computation unit 280 generates the error factor by determining a difference between the measured second quality parameter and an expected second quality parameter. That is, the LUT 270 is a pre-generated table based upon an expected, desired or predicted second quality parameter. If the second quality parameter is PER, then the correction factor is a generated value that depicts the difference between the measured PER and the PER predicted by the LUT 270.

A second scenario includes the feedback extractor 260 detecting the mode index or any other designation of the selected modes for each of the k streams and forwarding this information to the controller 240. The controller 240 looks up the mode by mode index in the database 290, and thus determines the modulation, coding rate and any other parameters to be used for each of the k streams.

In the event of using time-division duplexing (TDD), which is a technique known in the art, the quality parameters can be extracted during the reverse transmission from receive unit 300 or remote subscriber unit and no dedicated feedback is required.

In Figure 2, the error factor computation unit 280 includes dashed lines connected to the mode selection unit 250 and the LUT 270. The dashed lines indicate two possible configuration of the invention. It is to be understood that these configurations are merely examples of how the invention can be implemented.

A first configuration includes the error factor computation unit 280 being connected to the mode selection unit 250. As previously described, the mode selection unit 250 references the LUT 270 with the first quality parameter and generates a transmission mode selection. This configuration includes the correction factor generated by the error factor computation unit 280 being summed with the first quality parameter to modify the resulting transmission mode selection. As will be described, the correction factor can be a negative or a positive number depending upon whether the most recent data packet was correctly or incorrectly received.

A second configuration includes the error factor computation unit 280 being connected to the LUT 270. As previously described, the mode selection unit 250 references the LUT 270 with the first quality parameter and generates a transmission mode selection. This configuration includes the correction factor generated by the error factor computation unit 280 being summed with the thresholds within the LUT 270 to modify the resulting transmission mode selection. As will be described, the correction factor can be a negative or a positive number depending upon whether the most recent data packet was correctly or incorrectly received.

In Figure 3, the error factor computation unit 380 includes dashed lines connected to first quality parameter unit 340 and the LUT 370. The dashed lines indicate two possible configuration of the invention. It is to be understood that these configurations are merely examples of how the invention can be implemented.

A first configuration includes the error factor computation unit 380 being connected to the first quality parameter unit 340. As previously described, the mode selection unit 360 references the LUT 370 with the first quality parameter and generates a transmission mode selection. This configuration includes the correction factor generated by the error factor computation unit 380 being summed with the first quality parameter to modify the resulting transmission mode selection. As will be described, the correction factor can be a negative or a positive number depending upon whether the most recent data packet was correctly or incorrectly received.

A second configuration includes the error factor computation unit 380 being connected to the LUT 370. As previously described, the mode selection unit 360 references the LUT 370 with the first quality parameter and generates a transmission mode selection. This configuration includes the correction factor generated by the error factor computation unit 380 being summed with the thresholds within the LUT 370 to modify the resulting transmission mode selection. As will be described, the correction factor can be a negative or a positive number depending upon whether the most recent data packet was correctly or incorrectly received.

The mode selection unit 360 selects the subsequent mode number for encoding the transmitted data. The mode selection unit 360 is connected to a feedback block 390 and a corresponding transmitter 395 for transmission of the feedback to transmit unit 200. Here the convenience of indexing modes becomes clear, since feedback of an index number to the transmit unit 200 does not require much bandwidth. It should be noted, that in the present embodiment a mode selection is made for each of the k streams. In other words, a mode index indicating the mode to be used for each of the k streams is fed back to the transmit unit 200. In another embodiment, it may be appropriate to send a mode difference indicating how to modify the current mode for subsequent transmission. For example, if the current transmission is mode 1, and the mode index of the subsequent mode is 3, the mode difference would be 2. In yet another embodiment, it may be suitable to send the channel characteristics back to the transmit unit 200. In this case the computation of statistics of the quality parameters and the mode selection are performed at the transmit unit 200.

The correction factor generated by error factor computation unit 380 provides continuous correction or optimization of the transmission mode selection. The rate at which the correction factor is generated (for example, for each received data packet) is substantially faster than the first quality parameter is updated. Each data packet, whether the data packet is received in error or not, determines whether the correction factor is assigned a negative or a positive value, and increments or decrements the first quality parameter or the thresholds within a LUT. Data packets received in error generally cause the error correction to be positive, while data packets received without error cause the error correction to be negative.

An embodiment includes a positive error correction being assigned a value of X, and a negative correction being assigned a value of X/N. It can be determined through simulation and analytically that at convergence, the value of N is directly related to the target PER. Simulation suggests that;

$$N=(1/(PER_{target})) - 1.$$

For example, at convergence, if the target PER is 5%, then $N=19$.

The correction factor is used to continuously correct the first quality parameter or the thresholds within the LUTs. Therefore, the PER is continuously monitored to remain close to the target PER.

At initialization, the correction factor is set to zero. Then upon reception of each data packet, a positive or negative correction factor is generated.

Another embodiment includes the error factor being generated once per a predetermined amount of time. The error factor can be set to a first value if an average PER is greater than an upper bound threshold, and the error factor can set to a second value if the average PER is less than a lower bound threshold.

Figure 5 shows a multiple base station spatial multiplexing system. A first base transceiver station 510 transmits data to a subscriber 530. A second base transceiver station 520 also transmits data to the subscriber 530. As shown in Figure 5, data transmitted to the subscriber 520 from the first base transceiver station 510 travels through a first channel h1. Data transmitted to the subscriber 530 from the second base transceiver station 520 travels through a second channel h2.

The antennas of the multiple base stations 510, 520 can be used for spatial multiplexing data transmission to the subscriber 530. Due to the physical separation of the multiple base stations 510, 520, the first channel h1 and the second channel h2 can be very different. Therefore, a LUT is generally generated for the first channel h1 that is different than a LUT generated for the second channel h2. The above-described embodiments of the invention can be extended to include the multiple base spatial multiplexing configuration of Figure 5 in which a separate LUT is developed for each of the separate transmission channels. Clearly, more than two base transceiver stations can be used. In addition, each of the base transceiver stations of Figure 5 can include multiple antennas.

Figure 6 is a flow chart that includes steps of an embodiment of the invention.

A first step 610 includes selecting an initial transmission mode based on a predetermined channel database and an initial channel characterization.

A second step 620 includes generating an error factor based on a difference between an estimated performance characteristic of data signals transmitted according to the initial transmission mode, and an expected performance characteristic of data signals transmitted according to the initial transmission mode

A third step 630 includes selecting a subsequent transmission mode based upon the predetermined channel database, the error factor and a subsequent channel characterization.

Figure 7 is a flow chart that includes steps of another embodiment of the invention.

A first step 710 includes receiving transmission signals that include data encoded in an initial transmission mode.

A second step 720 includes measuring a first quality parameter of the received transmission signals.

A third step 730 includes selecting a subsequent transmission mode based upon the quality parameter.

A fourth step 740 includes receiving transmission signals having data encoded in the subsequent transmission mode.

A fifth step 750 includes measuring a second quality parameter.

A sixth step 760 includes adjusting a parameter within selection criteria of another subsequent transmission mode based upon the second quality parameter.

Although specific embodiments of the invention have been described and illustrated, the invention is not to be limited to the specific forms or arrangements of parts so described and illustrated. The invention is limited only by the claims.

Claims

What is claimed:

1. A method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data, the method comprising:
 - selecting an first transmission mode based on a predetermined channel database and a first channel characterization;
 - generating an error factor based on a difference between an estimated performance characteristic of data signals transmitted according to the first transmission mode, and an expected performance characteristic of data signals transmitted according to the first transmission mode; and
 - selecting a subsequent transmission mode based upon the predetermined channel database, the error factor and a subsequent channel characterization.
2. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 1, wherein the first channel characterization is based upon signals transmitted in an initial mode.
3. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 1, wherein the predetermined channel database comprises a predetermined look-up-table that provides a transmission mode selection based upon a channel characterization.
4. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 3, wherein the look-up-table comprises a plurality of quality parameter thresholds that determine the selection of a transmission mode.
5. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 4, wherein selecting a subsequent transmission mode based upon the predetermined channel database, the error factor and a subsequent channel characterization comprises:

adjusting the quality parameter thresholds within the predetermined look-up-table with the error factor; and

selecting the subsequent transmission mode based upon the adjusted look-up-table and the subsequent channel characterization.

6. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 1, wherein the error factor is generated once for every received data packet.
7. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 6, wherein the error factor is set to a first value if a data packet is properly received, and the error factor is set to a second value if the data packet is improperly received.
8. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 6, wherein the quality parameter thresholds within the predetermined look-up-table are adjusted by the error factor after the reception of each data packet.
9. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 1, wherein the error factor is generated once per a predetermined amount of time.
10. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 9, wherein the error factor is set to a first value if an average packet error rate is greater than an upper bound threshold, and the error factor is set to a second value if the average packet error rate is less than a lower bound threshold.
11. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 3, wherein selecting a subsequent transmission mode based upon the predetermined channel database, the error factor and a subsequent channel characterization comprises:
 - adjusting the subsequent channel characterization with the error factor; and

selecting the subsequent transmission mode based upon the look-up-table and the adjusted subsequent channel characterization.

12. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 1, further comprising:
 - individually selecting a first transmission mode based on a predetermined channel database and a first channel characterization for each of a plurality of transmission streams, each of the plurality of transmission streams being received by the same receiver, allowing spatial multiplexing;
 - generating an error factor based on a difference between an estimated performance characteristic, and an expected performance characteristic, for the plurality of transmission streams; and
 - selecting a subsequent transmission mode based upon the predetermined channel database, the error factor and a subsequent channel characterization, for the transmission streams.
13. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 12, wherein the transmission streams are transmitted from a plurality of base stations.
14. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 13, wherein an error factor is selected for each base station.
15. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 13, wherein, a subsequent transmission mode is selected for each of the transmission streams.
16. A method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data, the method comprising:
 - receiving transmission signals that include data encoded in an initial transmission mode;

measuring a first quality parameter of the received transmission signals;
selecting a subsequent transmission mode based upon the quality parameter;
receiving transmission signals having data encoded in the subsequent transmission mode;
measuring a second quality parameter; and
adjusting a parameter within selection criteria of another subsequent transmission mode based upon the second quality parameter.

17. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 16, wherein selecting a subsequent transmission mode based upon the quality parameter comprises referencing a predetermined look-up-table that provides a subsequent transmission mode selection based upon the first quality parameter.

18. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 17, wherein the look-up-table comprises a plurality of quality parameter thresholds that determine the selection of a subsequent transmission mode.

19. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 18, wherein adjusting a parameter within a selection criteria of the subsequent transmission mode based upon the second quality parameter comprises:
adjusting the quality parameter thresholds within the predetermined look-up-table.

20. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 18, wherein the second quality parameter is obtained once for every received data packet.

21. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 20, wherein obtaining the second quality parameter comprises incrementing a table correction factor by a first value if a data packet is properly received, and incrementing the table correction factor by a second value if the data packet is improperly received.

22. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 21, wherein the quality parameter thresholds within the predetermined look-up-table are adjusted by the table correction factor after the reception of each data packet.
23. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 21, wherein a magnitude of the first value and a magnitude of a second value are dependent upon a convergence time.
24. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 16, wherein a subsequent transmission mode based upon the quality parameter is periodically selected.
25. The method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data of claim 16, wherein adjusting a parameter within a selection criteria of the subsequent transmission mode based upon the second quality parameter comprises:
adjusting a value of the first quality parameter before referencing the predetermined look-up-table.
26. A method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data, the method comprising:
receiving a data signal from a transmitter, data of the data signal arranged according to a first transmission mode based on a predetermined channel database and a first channel characterization;
generating an error factor based on a difference between an estimated performance characteristic of the received data signal, and an expected performance characteristic of the received data signal; and
aiding in a selection of a subsequent transmission mode based upon the predetermined channel database, the error factor and a subsequent channel characterization.

27. A method of optimizing a transmission mode of wirelessly transmitted data, the method comprising:

transmitting a data signal from a transmitter, data of the data signal arranged according to an initial transmission mode based on a predetermined channel database and an initial channel characterization;

the transmitter receiving an error factor based on a difference between an estimated performance characteristic of the transmitted data signal, and an expected performance characteristic of the transmitted data signal; and

selecting a subsequent transmission mode based upon the predetermined channel database, the error factor and a subsequent channel characterization.

1/7

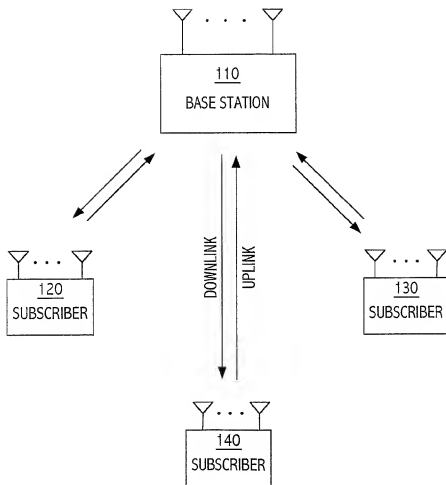


FIGURE 1

2/7

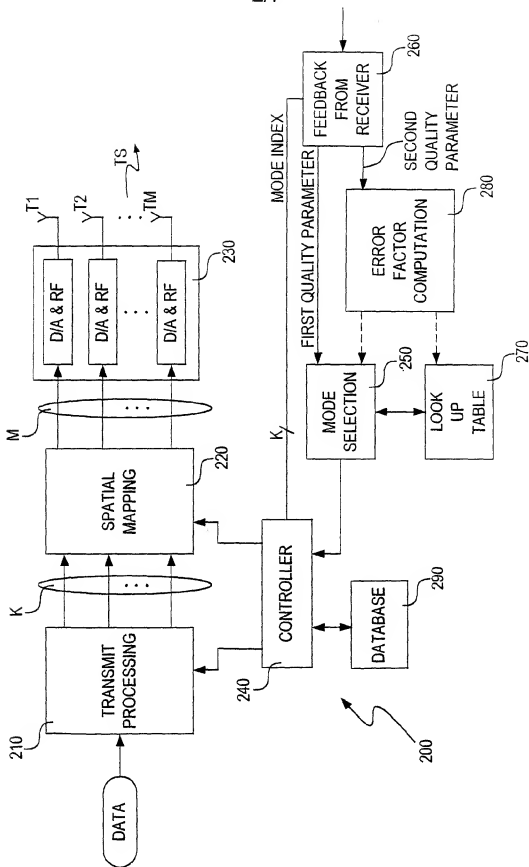


FIGURE 2

3/7

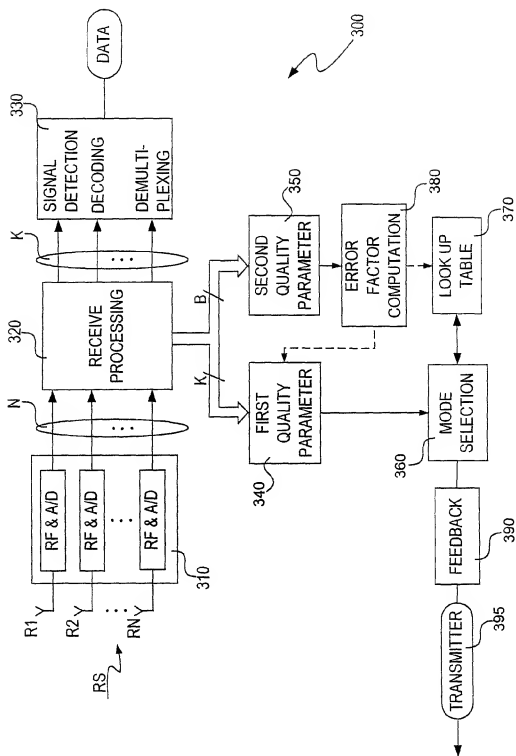


FIGURE 3

4/7

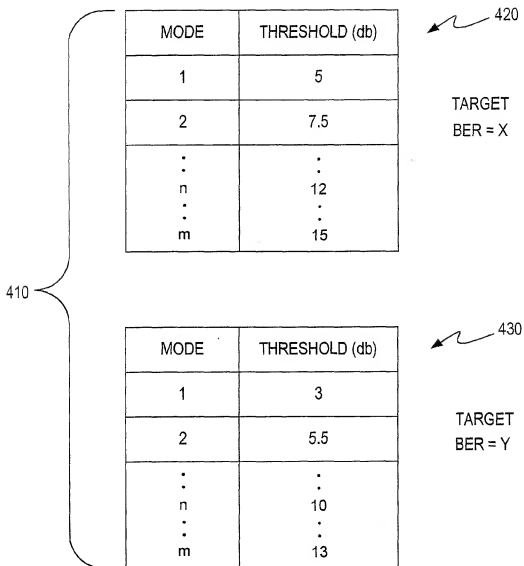


FIGURE 4

5/7

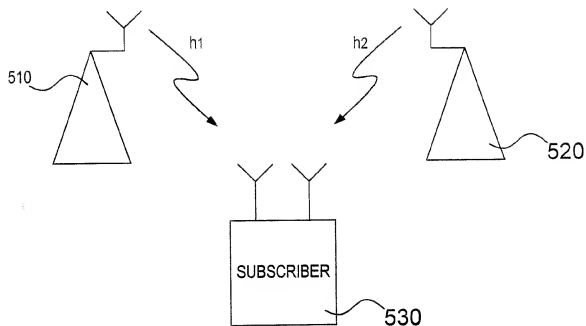


FIGURE 5

6/7

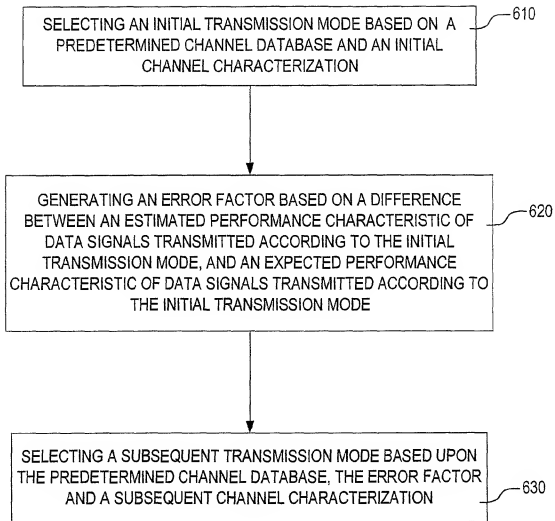


FIGURE 6

7/7

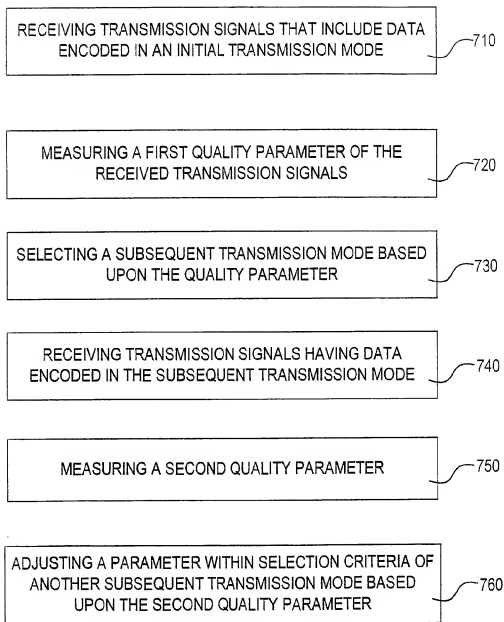


FIGURE 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No
 PCT/US 03/03431

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 H04L1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01 82521 A (QUALCOMM INC) 1 November 2001 (2001-11-01) page 6, line 29 - line 33 page 7, line 30 - line 38 page 8, line 1 - line 22 page 10, line 9 - line 32; figures 1,2 ---	1-11, 16-27
Y		12-15
X	EP 1 107 231 A (QUALCOMM INC) 13 June 2001 (2001-06-13) page 10, line 38 - page 11, line 11 page 11, line 35 - line 46 page 12, line 27 - line 46 --- -/-	1-6,8,9, 11, 16-20, 24-27

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 E earlier document but published on or after the international filing date
 L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
 8 document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 July 2003

Date of mailing of the international search report

14/07/2003

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5816 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fac. (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Papantoniou, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US 03/03431

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 02 03568 A (IOSPAN WIRELESS INC) 10 January 2002 (2002-01-10) page 7, line 3 - line 15 page 8, line 6 - line 10 page 8, line 22 - line 24 page 12, line 1 - line 13 page 19, line 14 - line 27	12-15
A	page 20, line 1 - line 8 page 27, line 19 - line 25 page 32, line 10 - line 18; figures 7,8 -----	1,16,26, 27
A	US 5 699 365 A (KLAYMAN JEFFREY T ET AL) 16 December 1997 (1997-12-16) column 7, line 37 - line 66 column 8, line 2 - line 10 column 8, line 42 - line 57; figure 4 -----	1,16,26, 27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US 03/03431

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0182521	A	01-11-2001	AU 7268101 A	07-11-2001
			EP 1277303 A2	22-01-2003
			WO 0182521 A2	01-11-2001
EP 1107231	A	13-06-2001	EP 1107231 A2	13-06-2001
			EP 1126437 A2	22-08-2001
			EP 1162601 A2	12-12-2001
			EP 1239456 A1	11-09-2002
			AT 208945 T	15-11-2001
			AU 711484 B2	14-10-1999
			AU 1482597 A	15-05-1997
			AU 671952 B2	19-09-1996
			AU 2186592 A	12-01-1993
			AU 693374 B2	25-06-1998
			AU 6089396 A	03-10-1996
			BR 9206143 A	03-01-1995
			CN 1381956 A	27-11-2002
			CN 1398052 A	19-02-2003
			CN 1071036 A ,B	14-04-1993
			CN 1159639 A	17-09-1997
			CN 1167309 A	10-12-1997
			DE 69232202 D1	20-12-2001
			DE 69232202 T2	25-07-2002
			DK 588932 T3	11-03-2002
			EP 0588932 A1	30-03-1994
			ES 2166355 T3	16-04-2002
			FI 935597 A	13-12-1993
			FI 20011508 A	10-07-2001
			FI 20011509 A	10-07-2001
			HK 1014796 A1	12-07-2002
			HU 70719 A2	30-10-1995
			IL 102146 A	31-03-1996
			IL 113986 A	14-11-1996
			IL 113987 A	14-11-1996
			IL 113988 A	14-11-1996
			JP 6511320 T	15-12-1994
			JP 2002023796 A	25-01-2002
			JP 2002202800 A	19-07-2002
			MX 9202808 A1	01-12-1992
			NO 934544 A	10-12-1993
			RU 2107951 C1	27-03-1998
			SG 70558 A1	22-02-2000
			US 5414796 A	09-05-1995
			WO 9222891 A1	23-12-1992
			US 5657420 A	12-08-1997
			US 5778338 A	07-07-1998
			ZA 9204082 A	26-02-1993
WO 0203568	A	10-01-2002	AU 5525301 A	14-01-2002
			AU 7020701 A	14-01-2002
			WO 0203557 A1	10-01-2002
			WO 0203568 A1	10-01-2002
US 5699365	A	16-12-1997	CN 1185872 A	24-06-1998
			EP 0829144 A1	18-03-1998
			GB 2315393 A ,B	28-01-1998
			HK 1006928 A1	27-04-2001
			KR 263139 B1	01-08-2000

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US 03/03431

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5699365	A	WO 9736377 A1	02-10-1997